

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開2001-279301

(P2001-279301A)

(43) 公開日 平成13年10月10日 (2001. 10. 10)

(51) Int. Cl.⁷

識別記号

F I

テームト (参考)

B 2 2 F 3/035

B 2 2 F 3/035

D 3 J 0 1 1

5/00

5/00

C 4 K 0 1 8

B 3 0 B 11/00

B 3 0 B 11/00

G

F 1 6 C 33/10

F 1 6 C 33/10

A

33/14

33/14

A

審査請求 有 請求項の数 2 O L (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願2000-97513 (P2000-97513)

(22) 出願日 平成12年3月31日 (2000. 3. 31)

(71) 出願人 394026471

日本科学冶金株式会社

大阪府寝屋川市大成町12番32号

(72) 発明者 松川 清香

大阪府寝屋川市大成町12番32号 日本科学
冶金株式会社内

(72) 発明者 佃 多喜男

三重県亀山市能褒野町字大野2067番1 日
本科学冶金株式会社内

(74) 代理人 100062144

弁理士 青山 葆 (外2名)

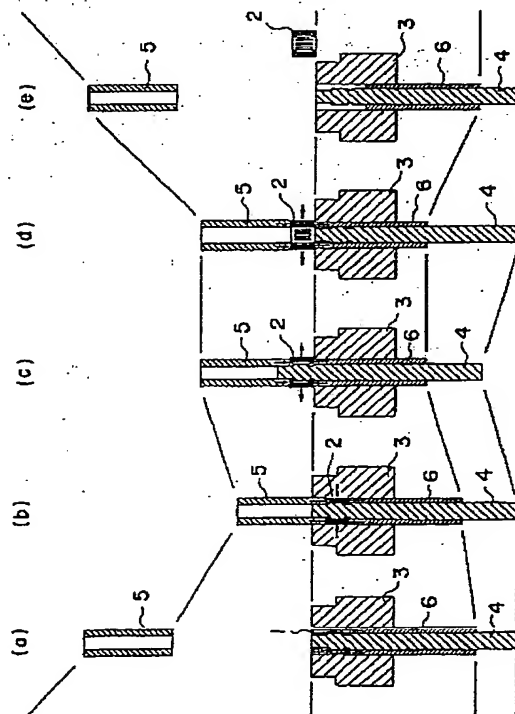
最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 焼結合油軸受の製造方法

(57) 【要約】

【課題】 アンダーカットの形状に応じて表面開口率を容易に変化させるとともに、油を供給・循環させる油路を形成する焼結合油軸受の製造方法を提供する。

【解決手段】 圧粉体を上パンチ及び下パンチにより加圧した状態を保持しながら、コアロッドと上パンチ及び下パンチとを同期させて軸方向に移動せしめてダイより抜き出して、ダイからの圧粉体への圧縮力を解放させるとともに、スプリングバックにより内径の拡大した圧粉体からコアロッドを抜き取る。次いで、上パンチを抜き取って内周面に凹部と凸部とを有する圧粉体を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 外型のダイと、ダイ内に同軸的に配置され外周面に複数の凹部及び凸部を形成したコアロッドと、ダイとコアロッド間に摺動自在に嵌合された下パンチとから形成される空隙に原料粉末を充填し、下パンチと上パンチとを軸方向に移動させ、原料粉末を加圧圧縮して圧粉体となし、後に圧粉体を焼結する焼結含油軸受の製造方法において、

該圧粉体を上パンチ及び下パンチにより加圧した状態を保持しながら、コアロッドと上パンチ及び下パンチとを同期させて軸方向に移動せしめてダイより抜き出して、ダイからの圧粉体への圧縮力を解放させるとともに、スプリングバックにより内径の拡大した圧粉体からコアロッドを抜き取り、次いで、上パンチを除去して内周面に複数の凹部と凸部とを有する圧粉体を形成することを特徴とする焼結含油軸受の製造方法。

【請求項2】 上記製造方法が、さらに、上記圧粉体を焼結した後、内周面を真円状に仕上げ加工し、内周面の凸部を表面開口率が小である密部に、凹部を密部より表面開口率が大きい粗部に形成する請求項1記載の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、VTRのキャプスタンモータやCD-ROMのディスク媒体用のスピンドルモータ等に使用され、広い回転速度域にわたってシャフトを軸支する焼結含油軸受の製造方法に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、VTRのキャプスタンモータ用軸受やCD-ROMのスピンドルモータ用軸受には、高精度で安価な焼結含油軸受が広く使用されている。そして、近年、VTRやCD-ROMの高機能化に伴い、広い回転速度領域に使用可能なモータ用軸受が必要とされている。

【0003】一般に、軸受の表面開口率を大きくすると、自己給油作用によって油の供給が促進されて、高回転速度領域での油切れが防止でき潤滑特性が向上する。一方、表面開口率を小さくすれば、油の逃げが防止できるので、安定した油膜の形成が可能となり、低回転速度領域での潤滑特性が向上する。したがって、表面開口率の大きい粗部と表面開口率の小さい密部とを有する軸受は、広い回転速度領域に使用可能なモータ用軸受として期待できる。

【0004】内周面に粗部と密部とを有する焼結含油軸受は公知である。例えば、特開平1-219108号公報には、外周面に複数の溝を有する成形体を焼結後、真円の金型を用いてサイジングすることにより、ポア比（ポアの面積／全体の面積）小の密な面とポア比大の粗な面とが隣接してなる軸受が提案されている。また、特開平6-123313号公報には、外周面の所定箇所に

表面の粗い荒し部を有するコアロッドを用い、圧粉体成形時に前記荒し部に接する部分の圧粉体のポーラスを潰して表面開口率を小さくし、シャフトとの摺動面とした軸受が提案されている。また、特開平11-280766号公報には、圧粉体成形時にセンタコアの溝によって形成された凸部を、センタコアを抜き出す際にしごいて削り取ることににより形成された表面開口率の小さい目潰し部を有する軸受が提案されている。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記の従来の方法では、アンダーカットを有する圧粉体をコアロッドから抜き取ろうとすると、以下のような問題があった。図面を用いて説明する。

【0006】図36は、従来の焼結含油軸受の製造方法における圧粉体の製造工程を示す模式的な断面図である。原料粉末51は、上下方向を軸方向とする外型のダイ53と、ダイ53内に同軸的に配置された内型のコアロッド54と、ダイ53とコアロッド54間に摺動自在に嵌合された下パンチ55との間に充填される（図36(a)）。次いで、上パンチ56を下降させてダイ53とコアロッド54との間に摺動自在に嵌合させ原料粉末51を加圧圧縮して圧粉体52とする（図36(b)）。そして、上パンチ56がダイ53より上昇した後、下パンチ55を上昇させてダイ53から圧粉体52を抜き出す（図36(c)）。そして、圧粉体52を排出するとともに、下パンチ55を下降させる（図36(d)）。

【0007】すなわち、従来の方法では、コアロッドの外周面と圧粉体の内周面との摩擦により、微細なポーラスが移動・集約されて大きなポーラスとなり凸部や凸部以外の内周面の表面開口率が大きくなる場合があるので、アンダーカットの形状に応じて表面開口率を変化させ粗部と密部とを形成するのは容易ではなかった。そのため、広い回転速度領域に対応できる軸受特性を得ることが困難であった。

【0008】そこで、本発明は、アンダーカットの形状に応じて表面開口率を容易に変化させることの可能な焼結含油軸受の製造方法を提供することを目的とした。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記の目的を達成するため、圧粉体の成形において、金型内で加圧後、圧粉体を上パンチ及び下パンチにより加圧した状態を保持したままで、コアロッドと上パンチ及び下パンチとを同期させて軸方向に移動させダイより圧粉体の抜き出しと、圧粉体からのコアロッドの抜き取りとを行なうものであり、これにより、圧粉体の内周面に凹溝部と凸条部とからなる凹凸面を形成するものである。

【0010】すなわち、本発明の製造方法においては、ダイ内に同軸的に配置されるコアロッドの外周面に複数の凹部及び凸部を形成し、ダイとコアロッド間に摺動自

在に嵌合された下パンチとの間に原料粉末を充填し、下パンチと上パンチとを軸方向に移動させ、原料粉末を加圧圧縮して圧粉体とするが、その特徴は、該圧粉体を上パンチ及び下パンチにより加圧した状態を保持したまま、コアロッドと上パンチ及び下パンチとを同期させて軸方向に移動せしめてダイより抜き出して、ダイからの圧粉体への圧縮力を解放せしめ、上下加圧保持のまま、スプリングバックにより内径の拡大した圧粉体よりコアロッドを抜き取るものである。

【0011】本発明の製造方法によれば、上パンチと下パンチによる圧粉体の軸方向への加圧状態を保持したまま、ダイから圧粉体への圧縮力を解放させているので、従来のように圧粉体を上パンチと下パンチとで加圧した状態を保持しない場合に比べ、圧粉体のスプリングバック量を2倍近く大きくすることができる。したがって、本発明の方法では、アンダーカットを有するコアロッドを圧粉体から容易に抜き取ることができる。これにより、圧粉体の内周面とコアロッドの外周面との摩擦を低減する又はなくすことができるので、コアロッド抜き取り時に微細なポーラスが移動・集約されて大きなポーラスとなるのを防止することが可能となる。

【0012】また、アンダーカット量、即ち、コアロッドの外周面の凸部の突出量を大きくとることができるので圧粉体の内周面に付与できるアンダーカットの形状をかなり自由に設定し形成することができる。これにより、使用する回転速度域に合わせて油を供給し循環させる油路形状の形成が容易となる。

【0013】また、本発明の製造方法においては、上記凹部と凸部とを形成した圧粉体を焼結した後、焼結体の内周面を真円状に仕上げ加工し、内周面の凸部には表面開口率の小さい密部を、凹部には密部より表面開口率の大きい粗部を形成することができる。内径仕上げ工具を用いて仕上げ加工すると、塑性変形により凸部と凹部とが真円状に加工される。ここで、凹部と凸部の仕上げ代の違いにより、凸部は微細なポーラスが潰され表面開口率の小さい密部となり、油の逃げが防止できるので安定した油膜の形成が可能となる。一方、凹部には密部よりは表面開口率の大きい粗部にあたる油路が形成され、油の供給部と油の循環部となる。

【0014】また、本発明においては、従来に比べ、スプリングバック量を大きくすることができるので、圧粉体の内周面の凸部の突出量を大きくすることができる。これにより、仕上げ加工時における凸部への内径仕上げ工具の圧縮力が増加するので、塑性変形によるポーラスの潰しが促進され、より表面開口率を小さくすることが可能となる。

【0015】本発明の製造方法により作製された焼結含油軸受は、内周面に、表面開口率が大である粗部と、粗部より表面開口率の小さい密部とを複数有し、かつ、従来に比べ、平均的には微細なポーラスを有する。密部に

おいては表面開口率を、10%以下、好ましくは8%以下を容易に得ることができる。粗部は、油を多く保持し、シャフト回転時に密部へ油を供給し、循環させるので、密部において安定した油膜が形成され、広い回転速度領域に使用可能な軸受となる。

【0016】

【発明の実施の形態】実施の形態1. 図1は、実施の形態1に係る焼結含油軸受の製造方法において、圧粉体の製造工程を示す模式断面図である。粉末充填時には、上下方向を軸方向とする外型のストレート型の中空内面を有するダイ3と、ダイ3内面に同軸的に配置された内型のコアロッド4と、ダイ3とコアロッド4との間に摺動自在に嵌合された下パンチ6とが配置され、原料粉末1がダイ3とコアロッド4との空隙に充填される(図1(a))。次いで、上パンチ5を下降させてダイ3とコアロッド4との間に嵌入し、上パンチ5と下パンチ6とにより原料粉末1を加圧圧縮して圧粉体2とする(図1(b))。

【0017】コアロッド4には、図2に示すような、外周面に、複数の所定幅の凹溝部と凸条部とが交互に配置された凹凸面からなるアンダーカットが形成されているものを用いることができる。コアロッドの上記凹凸面は、圧粉体の加圧圧縮時に圧粉体の内周面に転写賦形される。

【0018】そして、圧粉体2を上パンチ5及び下パンチ6により加圧保持した状態で、コアロッド4と上パンチ5及び下パンチ6とを同期させて軸方向に移動させダイ3より抜き出して、ダイ3から圧粉体2への圧縮力を解放させる(図1(c))。この時、圧粉体2は上パンチ5と下パンチ6とにより軸方向に加圧されているので、軸方向に加圧していない場合に比べ、2倍近い0.3~0.5%の大きなスプリングバック量が得られる。このスプリングバックにより、圧粉体2の内径が拡大するので、コアロッド4を容易に抜き取ることができる(図1(d))。次いで、圧粉体2を排出して下パンチ6を下降させて圧粉体の作製工程が終了する(図1(e))。

【0019】ここで、アンダーカットを有しない圧粉体についてのスプリングバック量と相対密度との関係を実験的に求めた結果を、図3のグラフに示す。試料1は、本実施の形態の方法を用いて形成した圧粉体であり、試料2は従来の方法により形成された圧粉体である。なお、相対密度は、圧粉体の密度を圧粉体にポーラスがないと仮定した場合の密度で割ったもので、相対密度が大きいと表面開口率が低下する。相対密度が76~86%の範囲で、試料2は、ほぼ0.2%のスプリングバック率であるのに対し、試料1は、0.35~0.45%程度と、試料2の2倍近いスプリングバック率を与えた。

【0020】また、このようにして作製した圧粉体2は、焼結工程を経た後、内径仕上げ加工を施される。図

10

20

30

40

50

4は、仕上げ加工の工程を示す模式図であり、軸受部分のみ断面図で示している。一对の軸受10a、10bは所定のホルダー16に圧入された後、固定用治具17に固定される。そして、回転器チャック部18に取り付けられた外端面が正確に所望直径に形成された仕上げ工具19を軸孔に回転挿入させることにより、軸受10a、10bの内周面が塑性変形されて真円状に加工される。この加工の際に、焼結体の内周面の凸部が圧縮されて、*

※ほぼ真円の円筒面が形成される。

【0021】図5に示すように、得られた焼結含油軸受11には、表面開口率の大きい粗部12、粗部12より表面開口率の小さい密部13とが形成されている。圧粉体内周面に形成されていた凸部と凹部は、仕上げ代の違いから、それぞれ、密部13と粗部12となる。

【0022】

【表1】

	表面開口率 (%)		ポラス個数 (個)	
	仕上げ加工前	仕上げ加工後	仕上げ加工前	仕上げ加工後
試料1	25.5	6.5	696	434
試料2	24.3	11.1	376	226

【0023】表1に、上記試料1と2の仕上げ加工前後の表面開口率とポラスの個数を実験的に求めた結果を示す。仕上げ加工前では試料1と2の表面開口率はほぼ同じであるが、仕上げ加工後の試料1の表面開口率は試料2の半分程度まで小さくなった。また、仕上げ加工の前後いずれの場合も、試料1は試料2の2倍程度の数のポラスを有していた。これより、本実施の形態の方法を用いて形成した圧粉体の焼結体を仕上げ加工することにより、従来の方法に比べ、より表面開口率を小さくすることが可能なことがわかる。また、本実施の形態の方法を用いて形成した圧粉体は、従来の方法を用いて形成した圧粉体に比べ、元々微細なポラスが多く、焼結後、仕上げ加工する際の塑性変形により、微細なポラスは潰れ易いので、表面開口率が小さくなり易い。

【0024】これは、図6～9の圧粉体の表面状態の顕微鏡写真からも明らかである。ここで、図6と7は、それぞれ、試料2と1の仕上げ加工前の圧粉体の表面状態を示し、図8と9は、それぞれ、仕上げ加工後の試料2と1の表面状態を示す。これより、仕上げ加工前後において、試料2は試料1に比べ、大きなポラスが多く存在していることが明らかである。

【0025】本実施の形態によれば、スプリングバック量を増加させることにより、次式で規定される圧粉体の内周面へのアンダーカット量を内周面の直径の0.7%程度まで増加させることが可能となる。アンダーカット量 \leq スプリングバック量+圧粉体の弾性変形量これにより、仕上げ加工による内周面の粗部と密部との表面開口率の差を大きくすることができるので、アンダーカットの形状に応じて表面開口率を変化させるのが容易となる。よって、広い回転速度領域に対応できる軸受を得ることが可能となる。また、コアロッドのアンダーカット量に対する高い寸法精度が不要となり、より安価なコアロッドを使用することができる。

【0026】本実施の形態の製造方法により得られた軸受は、内周面の円周方向に配置された粗部と密部とを有しているため、粗部から密部への油の供給が容易であ

※り、キャプスタンモータ用やスピンドルモータ用の広い回転速度領域のモータ用の軸受に好適に使用できる。

【0027】また、コアロッドを抜き取る時の摩擦を低減し、又は解除することができるので、圧粉体の内周面の微細なポラスが移動・集約されて大きなポラスとなるのを抑制できる。これにより、従来に比べ内周面の表面開口率を平均的に小さくすることが可能となり、摺動面における油膜の形成を安定させることができる。さらに、油の逃げを防止できるので金属接触が低減され、シャフトが側圧を受ける場合には、なじみに要する時間を短縮できる効果も有する。

【0028】実施の形態2. 図10は、本実施の形態2における圧粉体の製造工程を示す模式断面図である。ダイに段付きダイを用い、図11に示す、外周面の軸方向に、所定幅の環状の凹部と凸部とが交互に配置されたアンダーカットを有するコアロッドを用いた以外は、実施の形態1と同様の方法により焼結含油軸受を形成できる。

【0029】本実施の形態によれば、図12に示すような、内周面の軸方向に、所定幅で粗部12と密部13とを環状に複数交互に配置した焼結含油軸受を作製することができる。本実施の形態においても、実施の形態1と同様な効果を有する。すなわち、仕上げ加工による内周面の粗部と密部との表面開口率の差を大きくすることができるので、アンダーカットの形状に応じて表面開口率を変化させるのが容易となる。また、コアロッドのアンダーカット量に対する高い寸法精度が不要となり、より安価なコアロッドを使用することができる。さらに、粗部から密部への油の供給と油の循環が容易であり、キャプスタンモータ用やスピンドルモータ用の広い回転速度領域のモータ用の軸受に好適に使用できる。また、従来に比べ摺動面における油膜の形成を安定させることができ、油の逃げが防止できるので金属接触が低減され、シャフトが側圧を受ける場合には、なじみに要する時間を短縮できる。

【0030】また、本発明によれば、コアロッドのアン

ダーカット量を大きくとれるので、コアロッドに加工可能な形状であればいかなる形状でも形成できる。これにより、実施の形態1と2に示したアンダーカットの形状以外にも、種々な形状のアンダーカットを軸受に賦与することができる。以下に示す変形例は、実施の形態1の変形例であり、コアロッドのアンダーカットの形状が異なる以外は、実施の形態1と同様の方法により作製され、かつ、実施の形態1と同様の効果を示すものである。

【0031】すなわち、以下に説明する実施の形態1の変形例のいずれにおいても、仕上げ加工による内周面の粗部と密部との表面開口率の差を大きくすることができるので、アンダーカットの形状に応じて表面開口率を変化させるのが容易となる。また、コアロッドのアンダーカット量に対する高い寸法精度が不要となり、より安価なコアロッドを使用することができる。さらに、粗部から密部への油の供給と油の循環が容易であり、キャプスタンモータ用やスピンドルモータ用の広い回転速度領域のモータ用の軸受に好適に使用できる。また、従来に比べ摺動面における油膜の形成を安定させることができ、油の逃げが防止できるので金属接触が低減され、シャフトが側圧を受ける場合には、なじみに要する時間を短縮できる。

【0032】変形例1. 図13は、用いたコアロッドの形状を示す模式平面図であり、長手方向に凹溝部14と凸条部15とが交互に配置された形状を有するものである。図14(a)は、そのコアロッドを用いて作製した焼結含油軸受の構造を示す模式断面図であり、粗部12と密部13とが円周方向に交互に格子状に配置されている。また、図14(b)は、図13に示したコアロッドの凹溝部14と凸条部15を逆にしたコアロッドを用いて作製した焼結含油軸受の構造を示す模式断面図である。

【0033】変形例2. 図11に示すコアロッドを使用した。図15(a)の模式断面図で示すように、円周方向に環状の粗部12と密部13とが交互に配置された形状を有するものである。また、図15(b)は、図11に示したコアロッドの凹溝部14と凸条部15を逆にしたコアロッドを用いて作製した焼結含油軸受の構造を示す模式断面図である。

【0034】変形例3. 図16は、用いたコアロッドの形状を示す模式平面図であり、幅方向の周縁部に幅狭の凹溝部14と中央部に幅広の凸条部15とが配置された形状を有するものである。図17(a)は、そのコアロッドを用いて作製した焼結含油軸受の構造を示す模式断面図であり、軸方向の周縁部に幅狭の環状の粗部12と中央部に幅広の環状の密部13とが配置された形状を有するものである。また、図17(b)は、図16に示したコアロッドの凹溝部14と凸条部15を逆にしたコアロッドを用いて作製した焼結含油軸受の構造を示す模式

断面図である。

【0035】変形例4. 図18は、用いたコアロッドの形状を示す模式平面図であり、斜行し交互に長手方向に配置された凹溝部14と凸条部15とを有している。図19(a)は、そのコアロッドを用いて作製した焼結含油軸受の構造を示す模式断面図であり、斜行する粗部12と密部13とが円周方向に交互に配置された形状を有するものである。また、図19(b)は、図18に示したコアロッドの凹溝部14と凸条部15を逆にしたコアロッドを用いて作製した焼結含油軸受の構造を示す模式断面図である。

【0036】変形例5. 図20は、用いたコアロッドの形状を示す模式平面図であり、矩形の凹部14が長手方向と幅方向とで互い違いになるように、所定間隔離間して配置されている。図21(a)は、そのコアロッドを用いて作製した焼結含油軸受の構造を示す模式断面図であり、矩形の密部13が円周方向と幅方向に互い違いになるように所定間隔離間して配置された形状を有するものである。また、図21(b)は、図20に示したコアロッドの凹部14と凸部15を逆にしたコアロッドを用いて作製した焼結含油軸受の構造を示す模式断面図である。

【0037】変形例6. 図22は、用いたコアロッドの形状を示す模式平面図であり、菱形の凹部14が、長手方向と幅方向とで互い違いになるように、所定間隔離間して配置されている。図23(a)は、そのコアロッドを用いて作製した焼結含油軸受の構造を示す模式断面図であり、矩形の密部13が円周方向と軸方向に互い違いになるように所定間隔離間して配置された形状を有するものである。また、図23(b)は、図22に示したコアロッドの凹部14と凸部15を逆にしたコアロッドを用いて作製した焼結含油軸受の構造を示す模式断面図である。

【0038】変形例7. 図24は、用いたコアロッドの形状を示す模式平面図であり、長手方向にV字状の凹溝部14とV字状の凸条部15とが交互に配置されている。図25(a)は、そのコアロッドを用いて作製した焼結含油軸受の構造を示す模式断面図であり、円周方向にV字状の粗部12とV字状の密部13とが交互に配置された形状を有するものである。また、図25(b)は、図24に示したコアロッドの凹溝部14と凸条部15を逆にしたコアロッドを用いて作製した焼結含油軸受の構造を示す模式断面図である。

【0039】変形例8. 図26は、用いたコアロッドの形状を示す模式平面図であり、幅方向の周縁凹溝部と幅方向に延びるジグザク凹溝部とからなる凹溝部14が長手方向に配置されている。図27(a)は、そのコアロッドを用いて作製した焼結含油軸受の構造を示す模式断面図であり、軸方向に延びるジグザク密部と周縁密部とからなる密部13と、その周囲の粗部12とが円周方向

に配置された形状を有するものである。また、図27(b)は、図26に示したコアロッドの凹溝部14と凸部15を逆にしたコアロッドを用いて作製した焼結含油軸受の構造を示す模式断面図である。

【0040】変形例9. 図28は、用いたコアロッドの形状を示す模式平面図であり、幅方向の周縁凹溝部と斜行して長手方向に延びるジグザク凹部と、ジグザク凹部と周縁凹溝部との間中央部に配置された菱形凹部とからなる凹部14が長手方向に配置されている。図29

(a)は、そのコアロッドを用いて作製した焼結含油軸受の構造を示す模式断面図であり、軸方向の周縁密部と、斜行して長手方向に延びるジグザク密部と、ジグザク密部と周縁密部との間中央部に配置された菱形密部とからなる密部13と、密部13の周囲の密部12とを有するものである。また、図29(b)は、図28に示したコアロッドの凹部14と凸部15を逆にしたコアロッドを用いて作製した焼結含油軸受の構造を示す模式断面図である。

【0041】変形例10. 図30は、用いたコアロッドの形状を示す模式平面図であり、長手方向に配置されたW字状の凹溝部14を有する。図31(a)は、そのコアロッドを用いて作製した焼結含油軸受の構造を示す模式断面図であり、W字状の密部13と、密部13と交互に円周方向に配置されたW字状の凸条粗部と軸方向の周縁粗部とからなる粗部12とを有するものである。また、図31(b)は、図30に示したコアロッドの凹溝部14と凸部15を逆にしたコアロッドを用いて作製した焼結含油軸受の構造を示す模式断面図である。

【0042】変形例11. 図32は、用いたコアロッドの形状を示す模式平面図であり、幅方向にX状に交差し長手方向に多数連接した凹溝と、凹溝の間中央部に配置された菱形凹部と、周縁部に沿って配置された三角凹部とからなる凹部14を有している。図33(a)は、そのコアロッドを用いて作製した焼結含油軸受の構造を示す模式断面図であり、幅方向にX状に交差し長手方向に多数連接したX状密部と、X状粗部の間中央部に配置された菱形密部と、周縁部に沿って配置された三角密部とからなる密部13と、その周囲の粗部12とを有するものである。また、図33(b)は、図32に示したコアロッドの凹部14と凸部15を逆にしたコアロッドを用いて作製した焼結含油軸受の構造を示す模式断面図である。

【0043】

【実施例】以下、実施例を用いて、本発明を詳細に説明する。

【0044】実施例1. 本発明の製造方法を用いて作製した図5に示すアンダーカットの形状を有する内径3.5mmφの軸受をキャプスタンモータに組み込み、60℃、10rpmの条件で軸ロス(モータ消費電流値)の変化を測定した。

【0045】比較例1. 従来の製造方法により作製したアンダーカットを有しない軸受を用いた以外は実施例1と同様に、軸受をキャプスタンモータに組み込み、軸ロスの変化を測定した。

【0046】図34は、実施例1と比較例1における、時間とキャプスタンモータの軸ロスとの関係を示すグラフである。実施例1の軸受は、比較例1の軸受に比べ、回転開始後、短時間で軸ロスが低下しなじみが速く、かつ、シャフトの回転負荷も30%程度低下し、良好な潤滑特性を有していた。

【0047】実施例2. 本発明の製造方法を用いて作製した図5に示すアンダーカットの形状を有する内径2.5mmφの軸受をスピンドルモータに組み込み、60℃、10000rpmの条件で軸ロスの変化を測定した。

【0048】比較例2. 従来の製造方法により作製したアンダーカットを有しない軸受を用いた以外は実施例2と同様に、軸受をスピンドルモータに組み込み、軸ロスの変化を測定した。

【0049】図35は、実施例2と比較例2における、時間とスピンドルモータの軸ロスとの関係を示すグラフである。実施例2の軸受は、比較例2の軸受に比べ、なじみが早く、シャフトの回転負荷も20%程度低下し、良好な潤滑特性を有していた。

【0050】

【発明の効果】以上述べたように、本発明の焼結含油軸受の製造方法によれば、圧粉体の作製時に、圧粉体を上パンチ及び下パンチにより加圧した状態を保持しながら、コアロッドと上パンチ及び下パンチとを同期させて軸方向に移動させダイより抜き出し、ダイから圧粉体への圧縮力を解放させるとともに、スプリングバックを利用して圧粉体からコアロッドを抜き取るようにしたので、従来に比べスプリングバック量が増加しアンダーカット量を多くとることができ、アンダーカットの形状に応じて表面開口率を変化させるのが容易となり、広い回転速度領域に使用可能な軸受の生産コストを低減できる。

【0051】また、本発明の製造方法は、凹部と凸部とを形成した圧粉体を焼結した後、焼結体の内周面を真円状に仕上加工し、内周面の凸部には表面開口率の小さい密部を、凹部には密部より表面開口率の大きい粗部にあたる油路を形成するようにしたので、粗部から密部への油の供給と油の循環が容易となり、より潤滑特性を向上させることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明の実施の形態1に係る製造方法の圧粉体の成形工程を示す模式断面図である。

【図2】 本発明の実施の形態1に用いたコアロッドの先端形状を示す模式図であり、(a)は凸部を有する場合、(b)は凹部を有する場合を示す。

【図3】 本発明に用いる圧粉体のスプリングバック率と相対密度との関係を示すグラフである。

【図4】 本発明の実施の形態1に係る製造方法の仕上げ工程を示す模式図であり、(a)は模式側面図、(b)は焼結体の仕上げ加工前の真円度、(c)は焼結体の仕上げ加工後の真円度である。

【図5】 本発明の実施の形態1に係る製造方法を用いて作製された軸受の構造を示す模式断面図である。

【図6】 従来の製造方法を用いて成形された圧粉体の焼結体の仕上げ工程前の表面状態を示す顕微鏡写真である。

【図7】 本発明の実施の形態1に係る製造方法を用いて成形された圧粉体の焼結体の仕上げ工程前の表面状態を示す顕微鏡写真である。

【図8】 従来の製造方法を用いて成形された圧粉体の焼結体の仕上げ工程後の表面状態を示す顕微鏡写真である。

【図9】 本発明の実施の形態1に係る製造方法を用いて成形された圧粉体の焼結体の仕上げ工程後の表面状態を示す顕微鏡写真である。

【図10】 本発明の実施の形態2に係る製造方法の圧粉体の成形工程を示す模式断面図である。

【図11】 本発明の実施の形態2に係る製造方法に用いたコアロッドの先端形状を示す模式平面図である。

【図12】 本発明の実施の形態2に係る製造方法を用いて作製された軸受の構造を示す模式断面図である。

【図13】 本発明の実施の形態1に係る変形例1の軸受の作製に用いたコアロッドの形状を示す模式平面図である。

【図14】 本発明の実施の形態1に係る変形例1の軸受の構造を示す図であり、(a)は図13に示すコアロッドを用いて作製した軸受の模式断面図、(b)は、図13に示すコアロッドの凹部と凸部を逆にして作製した軸受の模式断面図である。

【図15】 本発明の実施の形態1に係る変形例2の軸受の構造を示す図であり、(a)は図11に示すコアロッドを用いて作製した軸受の模式断面図、(b)は、図11に示すコアロッドの凹部と凸部を逆にして作製した軸受の模式断面図である。

【図16】 本発明の実施の形態1に係る変形例3の軸受の作製に用いたコアロッドの形状を示す模式平面図である。

【図17】 本発明の実施の形態1に係る変形例3の軸受の構造を示す図であり、(a)は図16に示すコアロッドを用いて作製した軸受の模式断面図、(b)は、図16に示すコアロッドの凹部と凸部を逆にして作製した軸受の模式断面図である。

【図18】 本発明の実施の形態1に係る変形例4の軸受の作製に用いたコアロッドの形状を示す模式平面図である。

【図19】 本発明の実施の形態1に係る変形例4の軸受の構造を示す図であり、(a)は図18に示すコアロッドを用いて作製した軸受の模式断面図、(b)は、図18に示すコアロッドの凹部と凸部を逆にして作製した軸受の模式断面図である。

【図20】 本発明の実施の形態1に係る変形例5の軸受の作製に用いたコアロッドの形状を示す模式平面図である。

【図21】 本発明の実施の形態1に係る変形例5の軸受の構造を示す図であり、(a)は図20に示すコアロッドを用いて作製した軸受の模式断面図、(b)は、図20に示すコアロッドの凹部と凸部を逆にして作製した軸受の模式断面図である。

【図22】 本発明の実施の形態1に係る変形例6の軸受の作製に用いたコアロッドの形状を示す模式平面図である。

【図23】 本発明の実施の形態1に係る変形例6の軸受の構造を示す図であり、(a)は図22に示すコアロッドを用いて作製した軸受の模式断面図、(b)は、図22に示すコアロッドの凹部と凸部を逆にして作製した軸受の模式断面図である。

【図24】 本発明の実施の形態1に係る変形例7の軸受の作製に用いたコアロッドの形状を示す模式平面図である。

【図25】 本発明の実施の形態1に係る変形例7の軸受の構造を示す図であり、(a)は図24に示すコアロッドを用いて作製した軸受の模式断面図、(b)は、図24に示すコアロッドの凹部と凸部を逆にして作製した軸受の模式断面図である。

【図26】 本発明の実施の形態1に係る変形例8の軸受の作製に用いたコアロッドの形状を示す模式平面図である。

【図27】 本発明の実施の形態1に係る変形例8の軸受の構造を示す図であり、(a)は図26に示すコアロッドを用いて作製した軸受の模式断面図、(b)は、図26に示すコアロッドの凹部と凸部を逆にして作製した軸受の模式断面図である。

【図28】 本発明の実施の形態1に係る変形例9の軸受の作製に用いたコアロッドの形状を示す模式平面図である。

【図29】 本発明の実施の形態1に係る変形例9の軸受の構造を示す図であり、(a)は図28に示すコアロッドを用いて作製した軸受の模式断面図、(b)は、図28に示すコアロッドの凹部と凸部を逆にして作製した軸受の模式断面図である。

【図30】 本発明の実施の形態1に係る変形例10の軸受の作製に用いたコアロッドの形状を示す模式平面図である。

【図31】 本発明の実施の形態1に係る変形例10の軸受の構造を示す図であり、(a)は図30に示すコア

13

ロッドを用いて作製した軸受の模式断面図、(b)は、図30に示すコアロッドの凹部と凸部を逆にして作製した軸受の模式断面図である。

【図32】 本発明の実施の形態1に係る変形例11の軸受の作製に用いたコアロッドの形状を示す模式平面図である。

【図33】 本発明の実施の形態1に係る変形例11の軸受の構造を示す図であり、(a)は図32に示すコアロッドを用いて作製した軸受の模式断面図、(b)は、図32に示すコアロッドの凹部と凸部を逆にして作製した軸受の模式断面図である。

【図34】 本発明の製造方法を用いて作製した軸受を取り付けたキャプスタンモータの軸ロスの時間変化を示す

グラフである。

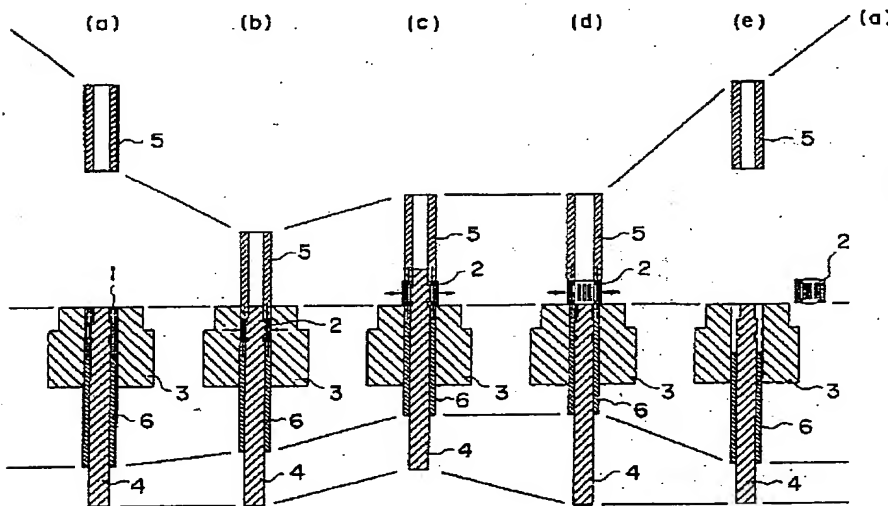
【図35】 本発明の製造方法を用いて作製した軸受を取り付けたスピンドルモータの軸ロスの時間変化を示すグラフである。

【図36】 従来の製造方法における圧粉体の製造工程を示す模式断面図である。

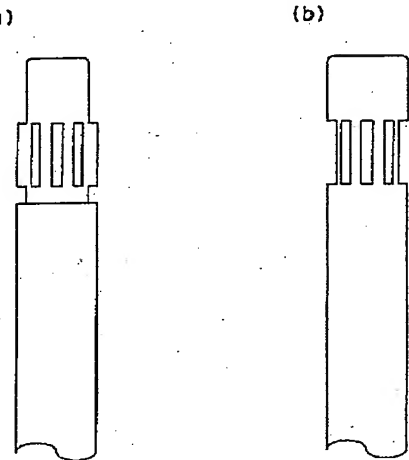
【符号の説明】

1 原料粉末、2 圧粉体、3 ダイ、4 コアロッド、5 上パンチ、6 下パンチ、10a、10b 焼結体、11 軸受、12 粗部、13 密部、14 コアロッドの凹部、15 コアロッドの凸部、16 軸受ホルダー、17 固定治具、18 回転器チャック部、19 仕上げ工具。

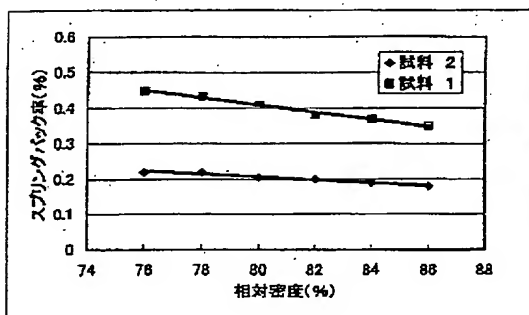
【図1】



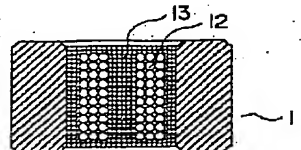
【図2】



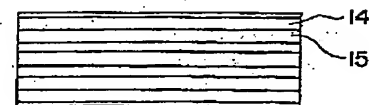
【図3】



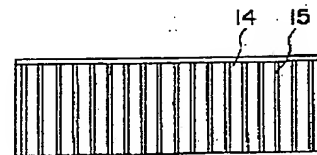
【図5】



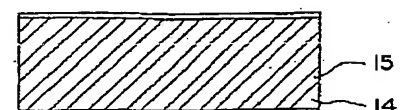
【図11】



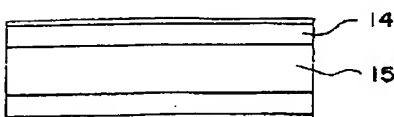
【図13】



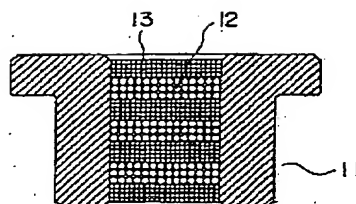
【図18】



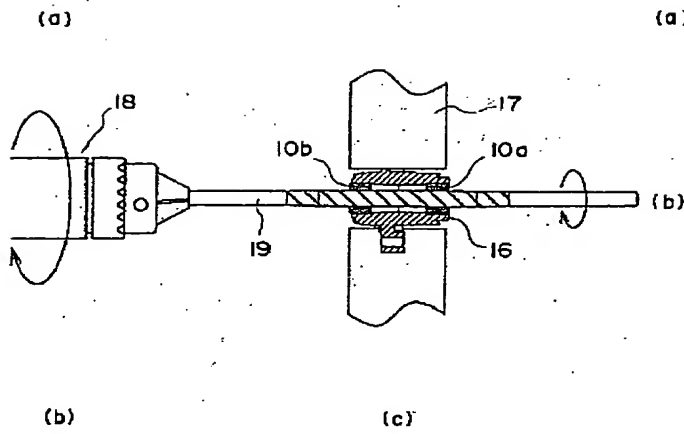
【図16】



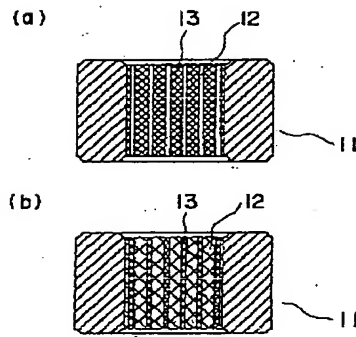
【図12】



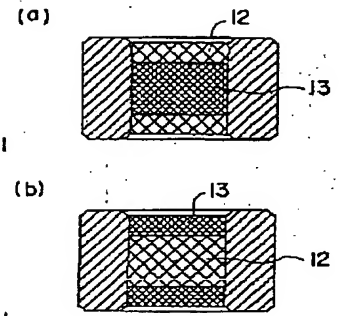
【図4】



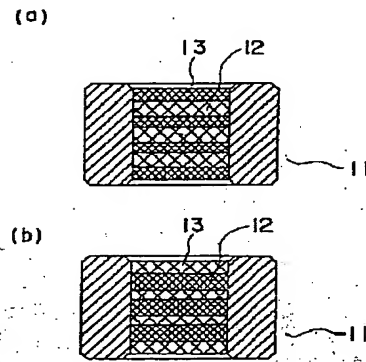
【図14】



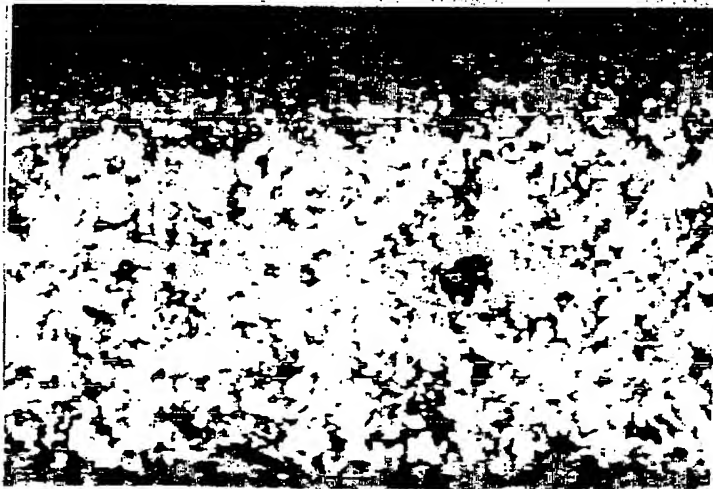
【図17】



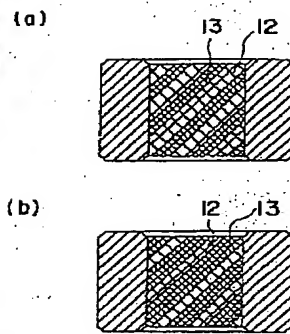
【図15】



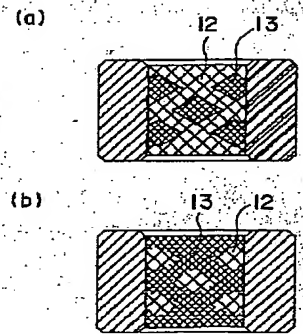
【図6】



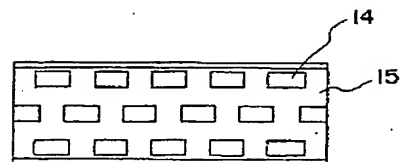
【図19】



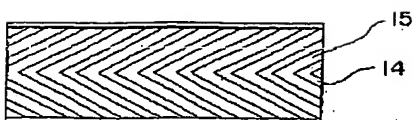
【図23】



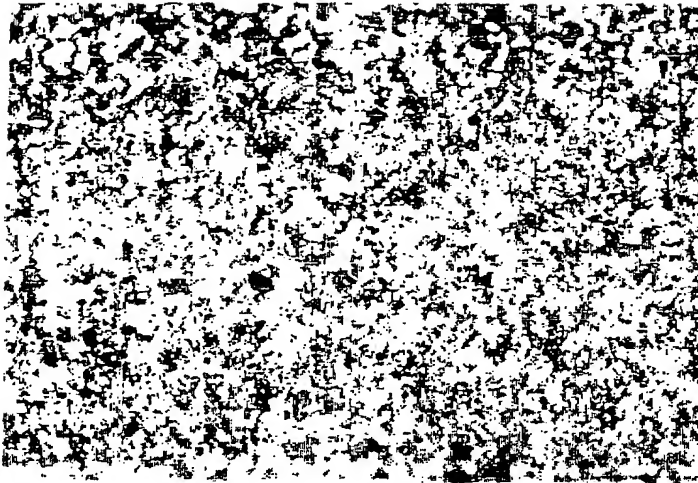
【図20】



【図24】



【図7】



100 μm

【図8】

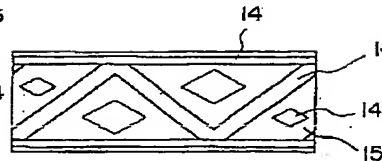


100 μm

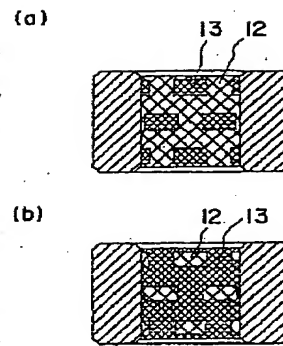
【図26】



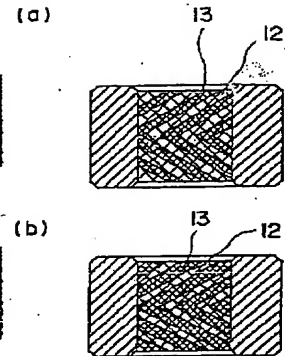
【図28】



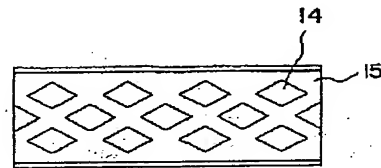
【図21】



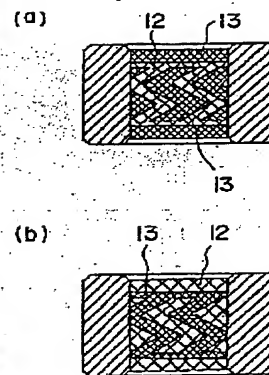
【図25】



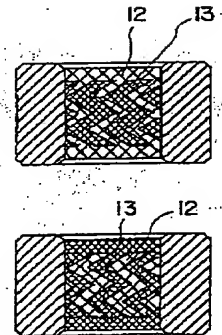
【図22】



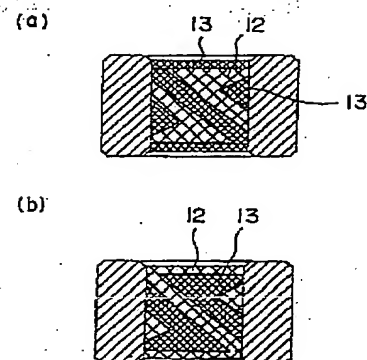
【図27】



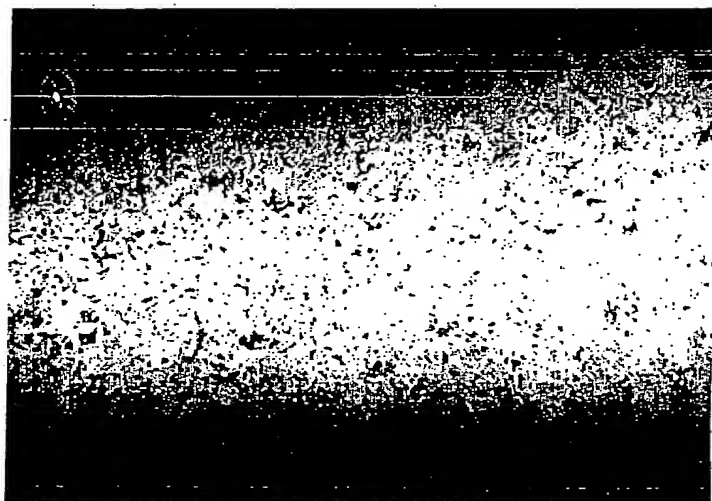
【図31】



【図29】

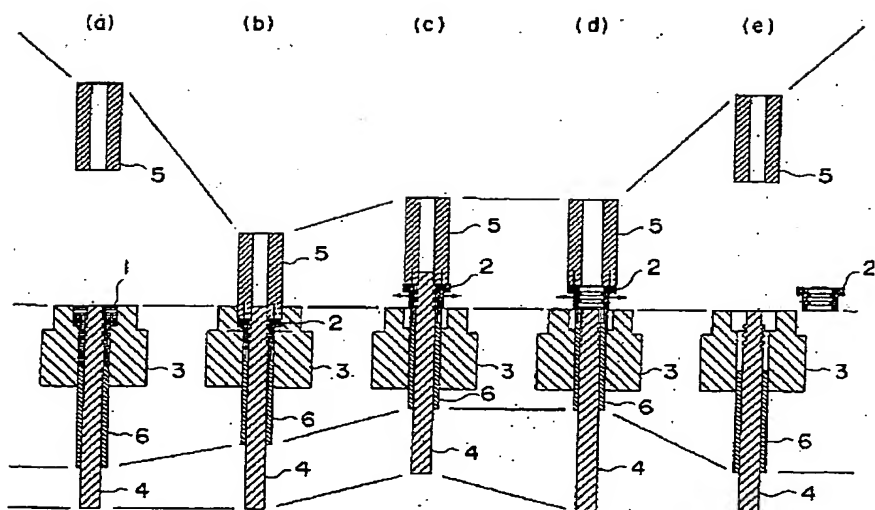


【図9】

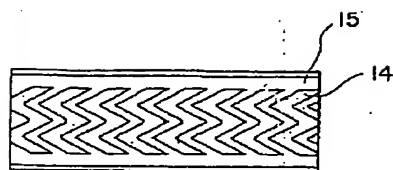


100 μm

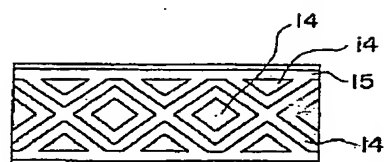
【図10】



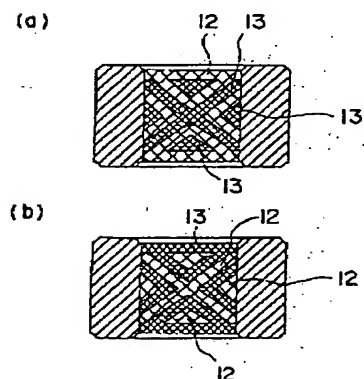
【図30】



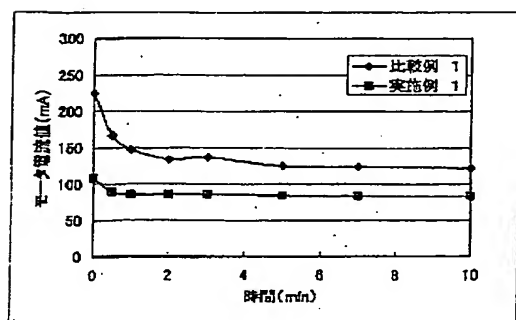
【図32】



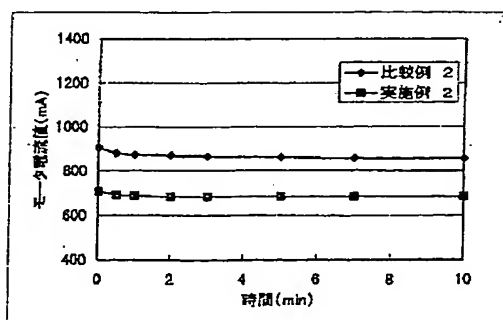
【図33】



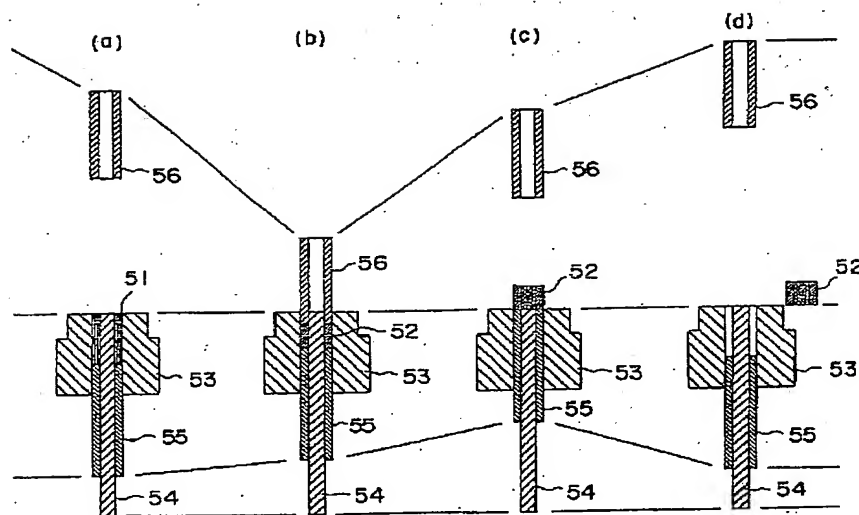
【図34】



【図35】



【図36】



フロントページの続き

(72)発明者 宮崎 真二
 三重県亀山市能褒野町字大野2067番1 日
 本科学冶金株式会社内

(72)発明者 原野 拓治
 大阪府寝屋川市大成町12番32号 日本科学
 冶金株式会社内

Fターム(参考) 3J011 DA02 JA02 KA02 LA01 MA02
 PA02 SB19
 4K018 CA15 CA17 DA11 FA02 HA03
 KA03

**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning
Operations and is not part of the Official Record**

BEST AVAILABLE IMAGES

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☐ FADED TEXT OR DRAWING
- ☐ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☒ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☐ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☐ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: _____

IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.

As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.

THIS PAGE BLANK (USPTO)